



ADAMS & WILKS  
ATTORNEYS AND COUNSELORS AT LAW  
50 BROADWAY  
31st FLOOR  
NEW YORK, NEW YORK 10004

BRUCE L. ADAMS  
VAN C. WILKS.

JOHN R. BENEFIEL.

PAUL R. HOFFMAN

TAKESHI NISHIDA

FRANCO S. DE LIGUORI.

\*NOT ADMITTED IN NEW YORK

\*REGISTERED PATENT AGENT

RIGGS T. STEWART  
(1924-1993)

TELEPHONE  
(212) 809-3700

FACSIMILE  
(212) 809-3704

COMMISSIONER FOR PATENTS  
Washington, DC 20231

Re: Patent Application of Ryoji HAGIWARA

Serial No. 10/016,830 Filing Date: December 13, 2001

Examiner: CHRISTOPHER G YOUNG Group Art Unit: 1756

Docket No. S004-4504

S I R:

The above-identified application was filed claiming the right of priority based on the following foreign application(s).

1. Japanese Patent Appln. No. 2000-380718 filed December 14, 2000
2. Japanese Patent Appln. No. filed
3. Japanese Patent Appln. No. filed
4. Japanese Patent Appln. No. filed
5. Japanese Patent Appln. No. filed
6. Japanese Patent Appln. No. filed
7. Japanese Patent Appln. No. filed
8. Japanese Patent Appln. No. filed
9. Japanese Patent Appln. No. filed
10. Japanese Patent Appln. No. filed
11. Japanese Patent Appln. No. filed

Certified copy(s) are annexed hereto and it is requested that these document(s) be placed in the file and made of record.

MAILING CERTIFICATE

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first-class mail in an envelope addressed to: COMMISSIONER OF PATENTS & TRADEMARKS, Washington, DC 20231, on the date indicated below.

Kelly Eric Bowman

Name

Signature

July 2, 2004

Date

BLA:KEB

Enclosures

Respectfully submitted,

ADAMS & WILKS  
Attorneys for Applicant(s)

By:

Bruce L. Adams  
Reg. No. 25,386

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2000年12月14日

出願番号  
Application Number:

特願2000-380718

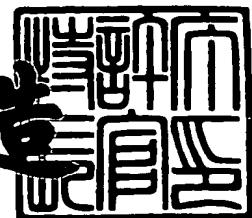
出願人  
Applicant(s):

セイコーインスツルメンツ株式会社

2001年 9月 5日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3081853.

【書類名】 特許願

【整理番号】 00000771

【提出日】 平成12年12月14日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01J 37/26

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインスツルメンツ株式会社内

【氏名】 萩原 良二

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインスツルメンツ株式会社内

【氏名】 小堺 智一

【特許出願人】

【識別番号】 000002325

【氏名又は名称】 セイコーインスツルメンツ株式会社

【代表者】 服部 純一

【代理人】

【識別番号】 100096286

【弁理士】

【氏名又は名称】 林 敬之助

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008246

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9003012

特2000-380718

【ブルーフの要否】 不要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 パターン境界を均一膜厚に形成する荷電粒子加工

【特許請求の範囲】

【請求項1】 荷電粒子ビーム装置を用いて所定パターンのデポジション加工またはエッチング加工を施すときに、該パターン加工領域をビームの径に相当する微小領域に区分し、該微小領域毎のドーズ量が等しくなるように荷電粒子ビームの照射を行う加工方法。

【請求項2】 ドーズ量は走査回数によって調整するようにした請求項1に記載の荷電粒子ビームの照射を行う加工方法。

【請求項3】 走査可能領域内の複数パターン加工は同時に行うようにした請求項1または2に記載の荷電粒子ビームの照射を行う加工方法。

【請求項4】 加工パターンに対してビームを走査して荷電粒子照射を行った場合の該加工パターンの照射量分布情報を、ビーム径相当の微小領域に区分して得る手段と、該照射量分布情報に基いて境界領域の照射量が中央領域のそれに等しくなるように加工において調整する手段と、を備えた走査型荷電粒子ビーム装置。

【請求項5】 加工パターンの照射量分布情報をパターンの位置に対応してモデル情報化し蓄積したメモリと、パターンを表示したディスプレイ上で特異点のモデルを特定する手段と、該特定情報に基いて特異点間の領域に辺モデルを、その他の領域に中央モデル割り当てを実行する手段と、を備えた請求項4に記載の走査型荷電粒子ビーム装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、イオンや電子といった荷電粒子の集束ビームを用いた成膜、エッチング加工に関する技術である。

【0002】

【従来の技術】

図4に示すような集束イオンビーム装置を用いたスパッタエッチングやガスマ

シストエッティングによって、試料面に所望形状の穴を開けたり、ガス銃から原料ガスを吹き付けながら集束イオンビームを照射してデポジションを施したりする集束イオンビーム加工は、半導体デバイスのフォトマスク等に対して広く実施されている技術である。

図中の1はイオン源でありここから引出し電極に印加された電圧によりイオンが引出され、イオン光学系3によってビーム状に絞られ、デフレクタによって偏向作用を受け試料9の所望個所に照射される。デポジションによる加工の場合、試料ステージ7に載置されたデポジションを施す試料9の面近傍に向けてガス銃6から原料ガスを吹き付ける。すると試料9の当該領域は吹きつけられた原料ガス霧気状態となり、ここに集束イオンビーム2が照射されるとイオンと原料ガスとが反応し、ある生成物は揮発しある生成物は試料面上に堆積する。集束イオンビーム2がデフレクタによって試料9の所定領域を走査されたときには堆積物がその領域に薄膜を形成する。

スパッタエッティングによる加工の場合は、試料9の特定領域にイオンビームが照射されるようにデフレクタ4によってビームが偏向走査されると、その領域の試料表面がイオンの衝撃を受け、表面素材が削られ飛散する。この作用によって、特定個所を削り取る加工である。試料の照射領域にガス銃6からハロゲン等のガスを吹き付けつつイオンビームを照射するガスアシストエッティングによる加工は、特定された照射領域の試料表面がイオンの衝撃を受け、はじき出された試料素材がアシストガスと反応して揮発する。この加工は試料素材が積極的に揮発除去されるため、物理的に単純に削り取るスパッタエッティングに比べ、加工速度が各段に速い特徴を持つ。

### 【0003】

ところで、あるパターンの成膜加工を実行しようと当該パターンの照射領域を設定してデポジションを実行したとき、イオンビームの加速電圧、ビーム電流を一定状態に保ち走査回数を同じにしても、パターンの周辺部分の厚みは薄く形成されてしまう。また、試料面にあるパターンの穴を開ける加工をしようとして当該パターンの照射領域を設定してスパッタエッティングを実行したとき、イオンビームの加速電圧、ビーム電流を一定状態に保ち走査回数を同じにしても、パー

ンの周辺部分は鈍って傾斜して形成されてしまう。ガスアシスチエッティングにおいても全く同様である。

この現象の原因は集束イオンビームが、均一なイオン密度ではなく図1のAに示すように正規分布のようなイオン密度分布を有しているためである。いま、このような正規分布を持つ集束イオンビームが一方向に走査されたときを考える。ある時点でa点に一定時間集束イオンビームを照射した後、ビーム径相当の間隔で一方向にシフトして同じ時間照射を実行し、更にビーム径相当の間隔で同じ方向にシフトして同じ時間照射を実行する。この動作を順次繰返し $b$ 点まで走査したとする。集束イオンビームは正規分布のようなイオン密度分布を有しているため、ある点にビーム中心が存在していないとき、すなわち次のステップでビーム中心がくる時点或いはさらにもうひとつ前のステップにおいて既にいくらかのイオンビームの照射を受けることになる。したがって、ある点が受けるイオンビームの照射量はこれらビーム中心がその点には存在しなくても近傍にあるときを含めた積算量ということになる。これをグラフ的に示したものが図1のBであり、実線で示したものが各点にビーム中心があったときのイオン照射量、破線で示したものが走査後の積算イオン照射量である。このようにパターン端部に当たる走査開始点近傍の積算イオン照射量は中央部のそれに比べ低くなっている。また走査終了点近傍もパターン端部に当たり同様となる。この現象はイオンビームの照射をステップ状に走査した場合ばかりでなくアナログ式に連続走査した場合でも同様である。また、境界は走査方向に限らず走査ライン間での境界についても同様であり、二次元的な現象となる。結局この影響が先のデポジションとエッティング加工においてパターン周辺部の鈍りとなって現われるのである。

#### 【0004】

大きなパターンの加工部は境界周辺部の割合が低いので比較的均一な加工がなされるが、小さなパターンのときには境界周辺部の割合が高くなるので加工不足気味となる。この様子をデポジション加工の例として図2に示す。図2のAにaとして小さいパターンを、bとして大きいパターンが示されている。小さいパターンにおいてはその大部分がパターン周辺部の鈍りの影響を受ける薄塗り領域となり、大きいパターンではパターン周辺部の鈍りの影響を受ける薄塗り領域は少な

く、その大部分が影響を受けない濃い塗り領域となる。図2のA中I～IVで示した各部分の断面を図2のBに示してある

。この断面の厚みはイオンビームの照射量に対応している。このため、従来集束イオンビーム装置を用いたデポジションとエッティング加工においては、加工パターンについて均一な厚みあるいは均一な深さの加工を実現するために、大きなパターンのときと小さなパターンのときとで走査時間を見て加工を行っている現状があり、ビーム走査が可能な範囲であってもパターン毎に走査領域を設定し個別の加工を行うという非効率的な加工をしている。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的課題は、以上の問題点を解決し、集束イオンビーム装置を用いて所定パターンのデポジション加工またはエッティング加工を施す場合に、パターン境界領域の鈍りが出ない均一な加工を実現し、複数のパターン加工を同時に実行出来る効率的な加工方法並びにその装置を提供することである。

#### 【0006】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の加工方法は、荷電粒子ビーム装置を用いて所定パターンのデポジション加工またはエッティング加工を施すときに、該パターン加工領域をビームの径に相当する微小領域に区分し、均一加工を施す場合には該微小領域毎のドーズ量が等しくなるように走査回数等を調整すると共に、走査可能領域内の複数パターンについて同時に加工が進行するように荷電粒子ビームの照射走査を行う。

#### 【0007】

##### 【発明の実施の形態】

本発明は、イオンビームの走査領域内のある微小領域へのイオンの照射はイオンビームの中心が該微小領域に存在しないときにも行われることに起因して、加工パターンの中央部分に比べ、パターン境界部分では照射量が少なめになる現象に鑑み、均一な加工を実現するためにそのパターン境界部分に対しても中央部分と同じ照射量となるように、調整しようというところに基本的な技術的思想がある。この照射量はドーズ量と呼ばれ、イオンビームの強さ（密度）と照射時間と

の積で決まる。イオンビームの強さは加速電圧、ビーム電流に依存し、これが安定であれば照射時間に対応する物理量となる。集束イオンビーム装置においてこの加速電圧、ビーム電流と走査速度が設定され、一定とみなせる条件のもとでは走査回数によってドーザ量を決めることができる。したがって、加工パターンの境界部分では中央部分に比べ、走査回数を多くすることで、均一加工を実現することができる。

## 【0008】

いま、図2のAに示すようなパターンの均一加工を実行するものとする。図中aは孤立微小パターン、bは大きいパターンであるが一部細い帯状部を有している。このようなパターン加工を試料面に施すものとして、加工領域を集束イオンビームの径に対応する微小領域、例えば $0.2\mu\text{m} \times 0.2\mu\text{m}$ の枠目に分割する。パターン領域を指定してビーム走査を実行したときの、この分割した個々の微小領域についてのイオンのドーザ量を比較してみると、図2に薄塗り領域として示したようにパターン境界周辺部では中央部の値（濃い塗り領域として示してある。）より低くなる。そこで本発明ではこのドーザ量不足領域に対しては中央部分と同じドーザ量となるように走査回数で調整を行うようにするのであるが、これらドーザ量不足領域の各微小領域はどれだけ不足しているかは該当領域がパターンにおけるどのような位置にあるかによって異なっている。

そこで、次に微小領域がパターンにおける位置とその場合のドーザ量との関係について検討しておく。いま、照射が影響するのは隣接する領域のみと現象を単純化して考え、着目領域を中心にして隣接 $3 \times 3$ の領域の照射の影響を考慮することにする。そして、ビーム中心が存在する領域には70%のイオンが照射され、上下左右に隣接する領域には5%のイオンが、斜め関係で隣接する領域には2.5%が照射されるものとする。図3において実線でかかれた枠部分はパターン部分であり、破線でかかれた枠は非パターンの試料面である。Aモデルは孤立領域であるが、この場合にはこの領域にビーム中心が存在したときのみイオンビームの照射を受け、8つの周辺領域にビーム中心がきてイオン照射がなされることはないので、70%のイオンが照射されるだけである。Bモデルは線端部領域で、この場合にはこの領域にビーム中心が存在したときと右の領域にビームに中心が

あるときのイオンビームの照射を受けるので、 $70\% + 5\% = 75\%$ のイオンが照射される。Cモデルは線状領域で、この場合にはこの領域にビーム中心が存在したときと左右の領域にビームに中心があるときのイオンビームの照射を受けるので、 $70\% + 5\% \times 2 = 80\%$ のイオンが照射される。Dモデルは角部領域で、この場合にはこの領域にビーム中心が存在したときと右、下そして斜め右下の領域にビームに中心があるときのイオンビームの照射を受けるので、 $70\% + 5\% \times 2 + 2.5\% = 82.5\%$ のイオンが照射される。Eモデルは辺部領域で、この場合にはこの領域にビーム中心が存在したときと右、左、下そして斜め右下と斜め左下の領域にビームに中心があるときのイオンビームの照射を受けるので、 $70\% + 5\% \times 3 + 2.5\% \times 2 = 90\%$ のイオンが照射される。Fモデルは中央領域で、この場合にはこの領域にビーム中心が存在したときと上下左右そして斜め左上、左下、右上、右下の領域にビームに中心があるときのイオンビームの照射を受けるので、 $70\% + 5\% \times 4 + 2.5\% \times 4 = 100\%$ のイオンが照射される。Gモデルは曲部領域で、この場合にはEモデルとは一つの斜め領域のイオンビームの照射がないだけなので、 $70\% + 5\% \times 4 + 2.5\% \times 3 = 97.5\%$ のイオンが照射される。Hモデルは曲部隣接領域で、この場合にはEモデルとは左（上）一つの隣接領域と一つの斜め領域のイオンビームの照射がないので、 $70\% + 5\% \times 3 + 2.5\% \times 3 = 92.5\%$ のイオンが照射される。なお、IモデルはHモデルと同じ条件である。

## 【0009】

加工パターン領域の各微小領域に対しこのA乃至Hのモデルを当てはめて中央領域Fモデルと比較したときのドーズ量の不足を勘案し、走査回数等で積算ドーズ量が等しくなるように調整して加工を実行する。このように本発明によるイオンビーム加工はビーム径相当の微小領域に区分して個々の領域に対して必要な走査回数を実行するものであるから、従来のようにパターン領域の大きさに関係なく走査を行えるので、走査可能領域にある複数のパターンの加工を別個に実施する必要はなく、しかも加工する厚さ（深さ）がパターン間で異なっていても同時に加工を進めることができるもので、加工効率に優れたものである。

以上の説明は着目領域を中心に隣接 $3 \times 3$ の領域の照射の影響だけを考慮した

単純な例であるが、実際には $5 \times 5$ 或いは $7 \times 7$ の領域の影響を考慮して多様なモデルによって対応することにより、より本目の細かい均一化が可能になる。また、荷電粒子ビームについては集束イオンビームを例に説明してきたが、本発明はこれに限らず電子ビームを用いた加工についても適用出来ることは当然である。

## 【0010】

## 【実施例1】

本発明の方法を採用した集束イオンビームデポジションのシステムの実施例を示す。まず、被加工試料9を試料ステージ7に載置し、試料面にイオンビーム2を走査して弾き出される二次荷電粒子を二次荷電粒子検出器5で検出し、顕微鏡観察画像をディスプレイ11上に表示させる。画面上で加工個所を特定し、加工パターンの設計画像をディスプレイ上に重ねて表示する。次に加工パターンをイオンビーム径相当の微小領域に区分し、パターンに対応して各区分に、モデルの割り当てを実行する。ここでは前述したA乃至Hの単純モデルを割り当てるものとして説明する。一つの角部と他方の角部が対峙しているパターンにおいては、パターンの角部にはDモデルを割り当て該角部間には辺部モデルEを一括割り当てる。また、角部と曲部が対応している辺には角部にDモデル、曲部隣接領域にはHモデルそして曲部にはGモデルを割り当て、その間には辺部モデルEを一括割り当てる。そして境界の影響を受けない中央領域には一括してFモデルが割り当てられる。

## 【0011】

実際にはビーム照射は隣接領域に影響するだけでなくはるかに広い領域に影響を及ぼすので、中央領域以外の各モデルとも境界領域から中央領域に至るまでの複数区分を群として情報化してコンピューター10内のROMに準備しておく。このモデル割り当て作業にはコンピューター10内のROMに支援ソフトが準備されており、キーボード等の入力操作部12を操作してディスプレイ11上で設計パターンに角部や曲部などの特異点を指定してやるとその間を辺部モデルが割り当てられ、残りの領域を中央領域と判定し自動的にモデル割り当てを実行し、この割り当て情報をコンピュータ10のRAMにマップ情報として格納する。この情報が得

られた段階でガス銃6から原料ガスが噴射されると共にパターン領域に対してイオンビーム2の照射走査が開始され、加工を実行する。中央領域が所望の加工段階に至ったならば当該領域へのビーム照射は中止し、周辺領域に対してだけ先のマップ情報に基いて該当領域の不足分を補充すべくイオンビームの照射を続行する。照射量（ドーズ量）が中央領域のそれに等しくなった領域については順次イオンビームの照射を中止する。この照射の中止は走査位置が当該領域に回ってきたときにイオン光学系3のブランカーによってビームをアーチャー外に振ってカットする。加工パターン内のすべての区分微小領域へ所定ドーズ量の照射がなされたならば加工を終了する。

### 【0012】

#### 【発明の効果】

本発明は、荷電粒子ビーム装置を用いて所定パターンのデポジション加工またはエッチング加工を施すときに、該パターン加工領域をビームの径に相当する微小領域に区分し、走査回数を調整するなどして該微小領域毎のドーズ量が等しくなるように荷電粒子ビームの照射を行う加工方法であるから、ビームが荷電粒子密度において正規分布をしていることに起因してパターン周辺部において生じる加工不足を適正に修正することが出来る。

ビーム径相当に区分した微小領域毎の情報にもとづいて個々の領域毎にビームの照射を制御できるので、大きいパターンであっても小さいパターンであっても走査可能領域内にある複数パターン加工は同時に進行ことが可能であり、極めて効率的な加工を実現できる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

Aは集束イオンビームのイオン密度分布を説明する図であり、Bはパターン端部から中央部にかけての積算照射量の分布を説明する図である。

##### 【図2】

Aは大きい加工パターンと小さい加工パターンにおける加工状態を説明する図であり、BはAにおける特定個所の加工断面を示す図である。

【図3】

本発明における各種領域モデルを説明する図である。

【図4】

本発明に使用される集束イオンビーム装置の基本構成を示す図である。

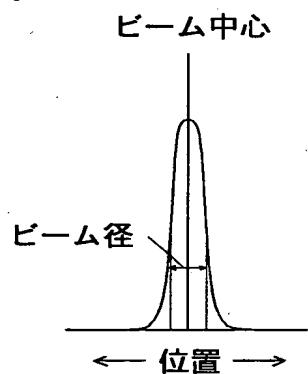
【符号の説明】

- |             |            |
|-------------|------------|
| 1 イオン源      | 10 コンピュータ  |
| 2 イオンビーム    | 11 ディスプレイ  |
| 3 イオン光学系    | 12 入力操作部   |
| 4 デフレクタ     | A乃至I 領域モデル |
| 5 二次荷電粒子検出器 |            |
| 6 ガス銃       |            |
| 7 試料ステージ    |            |
| 9 試料        |            |

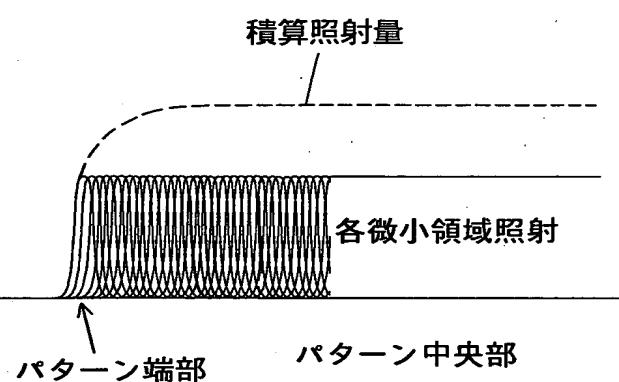
【書類名】 図面

【図1】

A

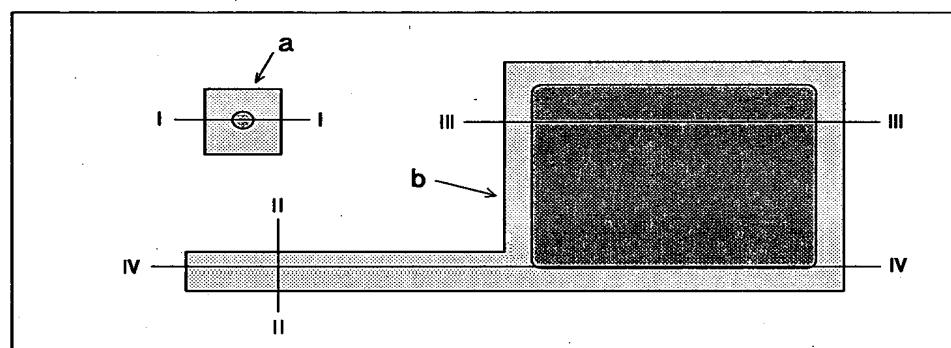


B

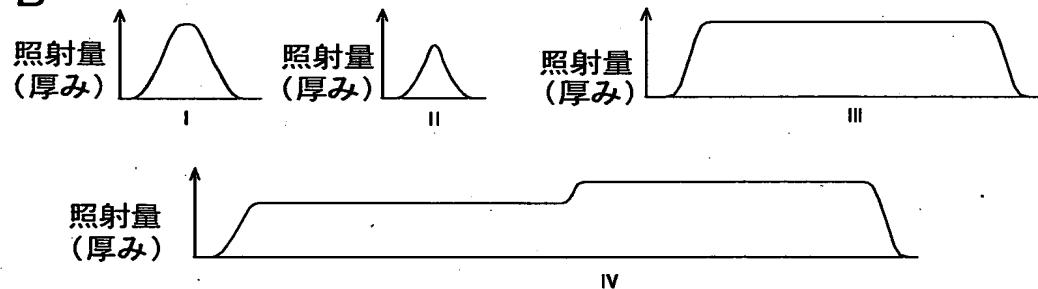


【図2】

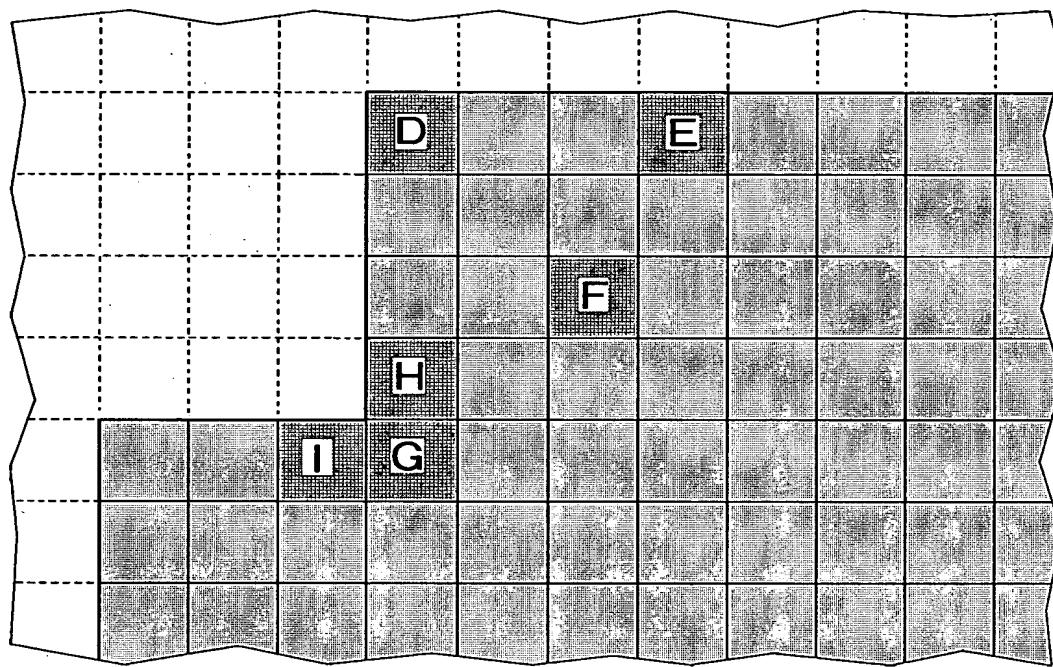
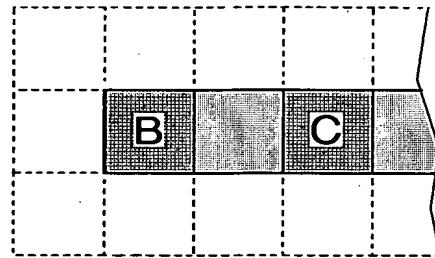
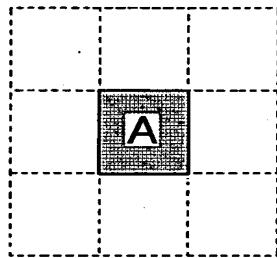
A



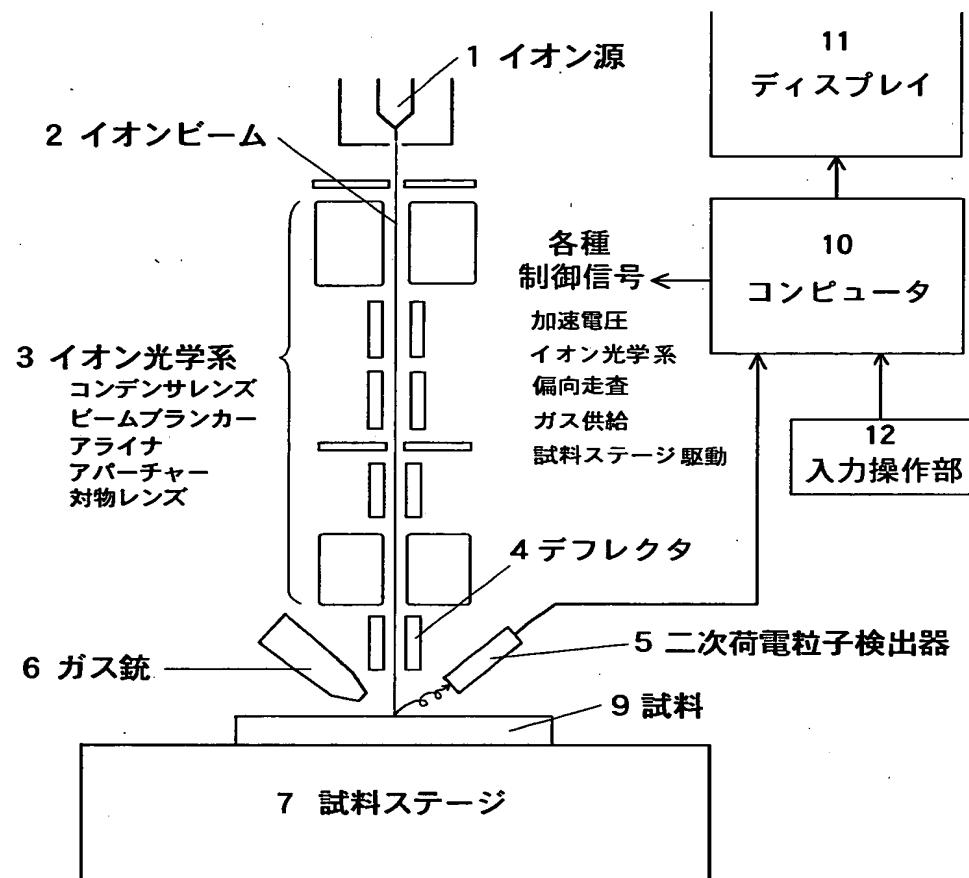
B



【図3】



【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明の目的課題は、集束イオンビーム装置を用いて所定パターンのデポジション加工またはエッチング加工を施す場合に、パターン境界領域の鈍りが出ない均一な加工を実現し、複数のパターン加工を同時に実行出来る効率的な加工方法並びにその装置を提供することである。

【解決手段】 本発明の加工方法は、荷電粒子ビーム装置を用いて所定パターンのデポジション加工またはエッチング加工を施すときに、該パターン加工領域をビームの径に相当する微小領域に区分し、均一加工を施す場合には該微小領域毎のドーズ量が等しくなるように走査回数等を調整すると共に、走査可能領域内の複数パターンについて同時に加工が進行するように荷電粒子ビームの照射走査を行う。

【選択図】 図3

出願人履歴情報

識別番号 [000002325]

1. 変更年月日 1997年 7月23日

[変更理由] 名称変更

住 所 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地  
氏 名 セイコーインスツルメンツ株式会社